

奈良県における流木発生ポテンシャルの調査検討について

県土マネジメント部 砂防・災害対策課 寺中 希海

1. はじめに

近年、激甚化する豪雨や脆弱な森林が増加した為、流木災害が多く発生している。伊豆大島を中心に被害のあった平成 25 年台風第 26 号や、令和元年東日本台風では溪流から土石流とともに流れてた木々（以下、流木）により広範囲に被害があったことなど、全国的に流木対策に備える必要がある。

流木対策では、既存の堰堤に流木止めを追加することや、流木捕捉効果が高い鋼製堰堤を整備するなどの対策が考えられる。このような対策をすべき溪流、並びにどこの溪流から詳細な調査をすべきかといった、流木対策の優先度を定めるためには、従来は全ての溪流で現地調査を実施する必要があり、非常に労力と時間を要するものであった。そこで、林野庁では、航空レーザー測量を活用して、机上で流木災害の範囲を特定するため、「流木災害対策の必要な森林を抽出する手法 手引き書(案) 平成 28 年 3 月 林野庁」（以下、流木災害対策の手引き）が策定された、国土交通省でも同手引きが推奨されている。

本県でも、この手引きを活用し、机上で奈良県内全ての土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域が指定されている溪流（以下、土石流危険溪流）を対象に、山腹崩壊危険度の評価と森林の土砂崩壊防止機能の評価を併せて流木発生危険斜面の抽出（以下、流木発生ポテンシャル）を行い、さらに、流出流木量、土砂量ならびに保全対象状況の評価因子とし優先度評価を行った。

本調査は、奈良県全域の土石流危険溪流を対象に行っており、全国でも珍しい事例である。今回は、その一部である流出流木量の算出、設定について考察と共に報告する。

2. 発生流木量の算出の流れ

発生流木量の算出には、土石流が発生した際、溪流の浸食幅内にある材積量（樹木の体積）を求める必要がある。材積量は樹木の胸高直径（根元から高さ 1.2m の樹木の直径）と樹高（樹木の高さ）によって立木幹材積表を用いて導出することが一般的である。

本調査は、対象溪流が膨大なため、航空レーザー測量の成果から樹高を求めた。胸高直径と立木密度については、航空写真と AI（人工知能）を用いて対象溪流の林相区分図を作成し、樹種ごとに換算式を導出し算出した。また、浸食幅についても既存の基礎調査の成果を用いて算出した。

3. 発生流木量算出に伴う因子の設定

1) 林相区分図の作成

針葉樹、広葉樹では樹冠形状の明瞭さが異なり、発生流木量算出方法が異なるため、林相区分図を作成し針葉樹、広葉樹を分けていく必要がある。

作成にあたり、当初は森林計画図（地域森林計画の対象となる民有林の位置を、森林基本図に林班界を記入して示した図）および森林簿（森林の所在地や所有者、面積や森林の種類、材積や成長量などの森林に関する情報を記載した台帳）を活用できると考えていた。しかし、内容を確認したところ、森林計画図と森林簿の内容が一致しない箇所が多数あり、樹種を特定できない状況であった。

そこで、全県で統一した基準における林相区分を全面的に漏れなく実施するため、本調査では、対象溪流において、AI（多数の樹種のがかったオルソ写真を深層学習（ディープラーニング）させた人工知能）によるオルソ写真解析を実施し、全県で統一した林相区分図を作成し、「スギ」「ヒノキ」「その他森林」「森林以外」に分類した。

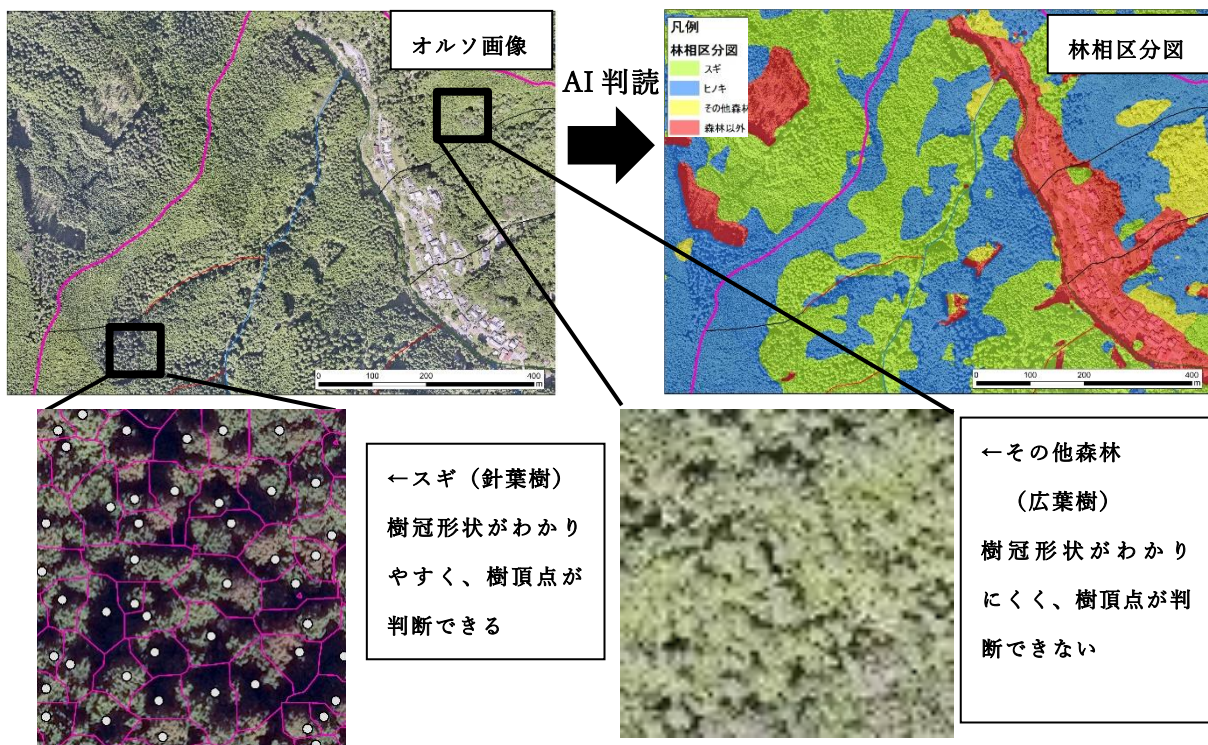


図 2.1 林相区分図の作成イメージ

2) 航空レーザー測量成果を用いた森林解析

樹冠形状の異なる針葉樹、広葉樹では航空レーザー測量成果を用いた樹高の算出方法は異なる。今回は、樹冠形状が明瞭な針葉樹のみ報告する。

流木災害対策の手引きを基に、航空レーザー測量成果より樹高、樹冠（樹木の上部、枝や葉の集まった部分）面積を求めた。

樹高は、航空レーザー測量のオリジナルデータ（ランダムポイント）である DSM（航空レーザー測量で直接得られる標高データ（建物や樹木の高さを含む）と、そこから 0.5m メッシュの DEM（建物や樹木の高さを取り除いた地表面の標高データ）の差分より DCHM（樹冠表層の高さデータ）を作成した。その DCHM データを画像処理することで、DCHM のピークを求め、そのピークまでの地表面からの高さを樹高とした。

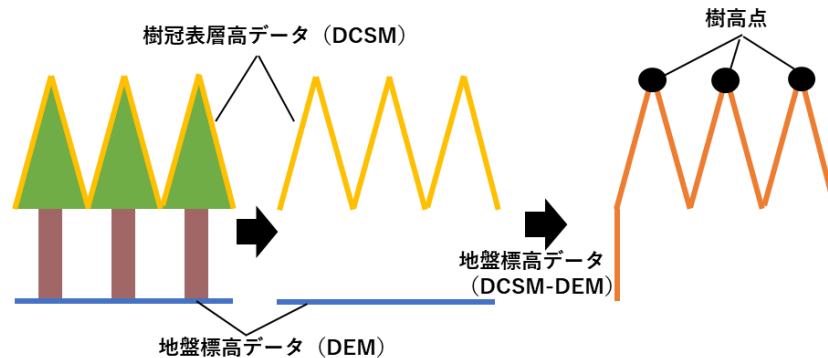


図 2.1 森林解析イメージ

3) 換算式の導出

換算式を導出するにあたって、針葉樹、広葉樹を分けて換算式を検討した。

胸高直径については航空レーザー測量の成果からでは枝や葉が邪魔になって計測できないため、代表的な箇所の既往の現地調査から樹高と胸高直径の関係を整理し、樹高から胸高直径を推定する換算式を用いて算出した。

樹冠形状が明瞭でない広葉樹については、調査プロット（10m メッシュ）内の DCHM の合計（総体積）と、現地調査で得られた立木材積（100m² あたり）の関係を整理し、DCHM から直接立木材積を推定する換算式を作成する方法（総体積法）で 10m メッシュごとに材積を算出した。

サンプル数が不足することから、この部分についても現地調査を実施して、推定方法に大きな誤差がないか確認をした。

4. 発生流木量の算出

発生流木量の算出においても、今回は針葉樹のみ報告する。

樹冠形状が明瞭な針葉樹については、谷次数区分と林相区分、樹頂点を重ね合わせ、谷次数別に設定した侵食幅内にある樹頂点を抽出した。

その後、侵食幅内にある樹頂点について、単木ごとに以下の計算式を用いて材積量を算出し、流域もしくは溪流ごとに集計した。

$$V_{wy} = \frac{B_d \times L_{dy13}}{100} \times \sum V_{wy2}$$

$$V_{wy2} = \pi \cdot H_w \cdot R_w^2 \cdot \frac{K_d}{4}$$

V_{wy} ：発生流木量 (m^3) B_d ：土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅 (m)

L_{dy13} ：発生流木量を算出する地点から流域の最遠点である分水嶺までの流路に沿って測った距離 (m)

V_{wy2} ：単木材積 (m^3) H_w ：樹高 (m) R_w ：胸高直径 (m) K_d ：胸高係数

5. おわりに

本研究では、奈良県内全ての土石流危険渓流を対象に流出流木量を机上のみで算出を行った。

今回のように広範囲で優先度を設定する場合において、航空レーザー測量等を用いる手法は、これまでのサンプリング調査と比べ効率的であることがわかった。

また、AIの教師データは全国の一般的なものを使用しており、奈良県や紀伊山地のデータに限ったものであれば、さらに精度向上を図ることができると考える。

今回、換算式に用いたサンプル数は約440本しかなく、今後、砂防事業実施の際の現地調査結果をサンプル数として蓄積することで、さらに精度の高い換算式を設定することができると考える。

本研究は、現地調査をほぼ行わず、全県一律で流木発生ポテンシャルを評価したため、流木対策の優先度を評価するのに適している。今後は災害実績を踏まえ、流域ごとに流木発生箇所の妥当性の検証を行いつつ、森林解析の精度向上を行い、優先度評価を見直しすることが望ましいと考える。